Journal of Agroecology
Homepage: http://agry.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No. 3, 2024, p. 477-492



Meta-Analysis of the Effect of Different Amounts of Cow Manure, Chemical (Nitrogen) and Biological Fertilizers on some Quantitative and Qualitative Traits of (Thymus vulgaris L.)

Hava Mahmoudi Asl[1], Mahmoud Mokhtari[*2], Reza Sadrabadi Haghighi [1] and Mahdi Elahi Torshizi [1]

1-Department of Agriculture Science, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran.
2-Department of Agriculture, Qaenat Branch, Islamic Azad University, Qaenat, Iran.
*Corresponding Author: khmelborn@gmail.com

Received: 22-04-2024 Revised: 15-08-2024 Accepted: 19-08-2024 Available Online: 09-11-2024	**How to cite this article:** Mahmoudi asl, M., Mokhtari, M., Sadrabadi haghighi, R., & Elahi Torshizi, M. (2024). Meta-analysis of the effect of different amounts of Cow manure, chemical (Nitrogen) and biological fertilizers on some quantitative and qualitative traits of (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Agroecology*, *16*(3), 477-492. (In Persian with English abstract) https://doi.org/10.22067/AGRY.2024.84908.1170

Introduction

The inadequacy of the results of a single study and the need to combine the findings by scientists has led to the development of methods that allow combining the results of many independent studies. (Anjomani, 2022). The genus Thymus from the mint family (Lamiaceae) has more than 215 species in the world, of which 18 species have been identified in Iran. The medicinal plant (*Thymus vulgaris* L.) is one of the most important medicinal plants in the world, which is used Abundant in the pharmaceutical and food industries, it has a special place among medicinal plants (Gigord et al., 1999). The results of application of different amounts of N, P, K fertilizers on the growth and yield of *Thymus vulgaris* L.) showed the highest stem height (37. 38 cm), yield of fresher plants (42. 78 grams per plant) and the highest the percentage of essential oil was 0. 73% in combined NPK treatment (Sharaf Zadeh, 2011). Research has shown that the highest percentage and yield of essential oil (363. 0% and 277. 00 ml per plant) was obtained from the plants cultivated with Nitroxin biofertilizer, followed by Biophosphorus and mycorrhizal fertilizers respectively. (Mohammad pour Vashvaee et al., 2014). Meta-analysis combines the information of studies, pays attention to the comparison between studies and discovers new results from previous studies and can introduce new fields of research or new research questions.

Material and Methods

To perform this meta-analysis, the method introduced by Cooper was used. This method has the following steps: searching and selecting studies (data collection), coding the characteristics of each study, extracting data suitable for meta-analysis, and analyzing the data. In this research, standardized mean difference and correlation coefficient were used. It has been used to determine the size of the Hedges effect (g) (Porasmeili, 2011). Since



https://doi.org/10.22067/AGRY.2024.84908.1170

the intended benefit in this meta-analysis is the difference between the averages of the treatment group (experiment) and the control group (control), in the meta-analysis method for the effect sizes in this research, the standardized mean difference method and the correlation coefficient to determine the Hedges effect size value (g)) has been used (Pouresmaeily et al., 2011). The standard difference between the mean of the control treatment and the mean of the experimental treatment is called the effect size (g) Equation (3) and (4). It was used in performance between control and experimental treatments (Cohen, 1988).

$$g = \frac{M_1 - M_2}{S_{pooled}} \quad (3)$$

In this regard, M1and M2 are the average performance of experimental treatment and control treatment and S_{Pooled}, standard deviation, respectively (Cohen, 1988).

$$s_{pooled} = \sqrt{\frac{(n1-1)s1^2 + (n2-1)s2^2}{n1+n2-2}} \quad (4)$$

In this regard, S^1 and S^2 are respectively the square root of the integrated variance of two treatment groups if there is heterogeneity between studies, the random effect model is used. I^2index is one of the important indices in determining the degree of heterogeneity between studies.

In general, the degree of heterogeneity in the I^2index is determined in the following three ways: $I^2 \leq 25\%$ indicates low heterogeneity.

$50 \leq I^2 \leq 75\%$ indicates moderate heterogeneity, that is, half of the total variability among effect sizes is not due to sampling error and is due to heterogeneity between studies.

and $I^2 \geq 75\%$ indicates high heterogeneity (Higgins & green, 2011)

Among more than 60 domestic studies and 28 foreign studies; The number of 15 studies that can be meta-analyzed in different subjects: "dry weight, percentage of essential oil and yield of thyme oil" were selected and 102 effect sizes were ready for meta-analysis, and the rest of the studies were excluded. All the extracted data were transferred to comprehensive meta-analysis software for meta-analysis. The results reported about each of the variables were analyzed using comprehensive meta-analysis software (CMA.Version 2), developed in the United States.

Results and Discussion

Among more than 60 domestic studies and 28 foreign studies, 15 meta-analysis studies with 53 effect sizes related to the effect of different amounts of cow manure (30, 60 and 90 tons per hectare) on dry weight, essential oil percentage and thyme oil yield were selected and ready for meta-analysis, and the rest of the studies were excluded. The results obtained in individual studies mostly emphasize the significance and positive effect of animal manure (cow) on quantitative and qualitative yield, while meta-analysis results show that studies of the effect of 30 tons of cow manure per hectare with an effect size (0.502 g) for weight dry and (g=0.482) were positive and incremental for oil yield and were significant with 99% confidence ($P \leq 0.01$) for the mentioned traits. These studies were heterogeneous based on the I2 index for dry weight (I^2= 79.48) and for oil yield (I^2= 86.79), and after drawing a funnel plot and performing the Bag and Mazumdar test, it was observed that they were symmetrical and had no diffusion error. And the obtained results are recommendable. But for the characteristics of plant height and essential oil percentage, it is not significant and more studies are needed. Studies on the effect of chemical fertilizers only on the increase in dry weight yield with the effect size (g = 0.614) have been positive and significant ($P \leq 0.01$). These studies were heterogeneous based on the I^2index for dry weight (I^2= 93.79) and after drawing a funnel plot and performing the Bag and Mazumdar test, their symmetry and lack of diffusion error were observed, and the obtained results are recommendable. However, the effect of nitrogen chemical fertilizer on the qualitative traits of essential oil percentage and oil yield is not significant. Contrary to the results of the research that declared the effect of chemical fertilizers and different levels of nitrogen to be significant on dry weight, percentage of essential oil, and oil yield, studies on the effect of biofertilizers respectively with the effect size (g = 0.789) on dry weight (g = 0.773) (g=0.593) had the most increasing and positive effect on oil yield and essential oil percentage and it was significant ($P \geq 0.01$). These studies were heterogeneous and symmetrical based on the I^2index for oil yield (I^2=83.34) and essential oil percentage (I^2=77.71), and there was no diffusion error, and its results are recommendable. The results of other researchers have considered the use of organic and biological fertilizers to increase and improve the quantitative and qualitative traits of the thyme medicinal plant, and to recommend these types of fertilizers, they have preferred these types of fertilizers over chemical fertilizers, the traits that were not significant or their studies were not symmetrical in all treatments The subject needs to conduct studies with higher accuracy for recommendation

Acknowledgement

In order to carry out this research, it is necessary to acknowledge the efforts of the honorable director of the Department of Agriculture, Islamic Azad University, Mashhad branch, and the honorable professors and advisors who helped me in the research.

Keywords: Effect size, Emission error, Essential oil percentage, Heterogeneity

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: http://agry.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص ۴۹۲-۴۷۷

فراتحلیل اثر مقادیر مختلف کودهای دامی، شیمیایی (نیتروژن) و زیستی بر برخی صفات کمّی و کیفی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.)

حوا محمودی اصل[۱]، محمود مختاری[۲]*، رضا صدرآبادی حقیقی[۱] و مهدی الهی ترشیزی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۹

چکیده

این مسئله که چگونه می‌توان مطالعات پژوهشی مستقل از یکدیگر را گرد هم آورد و تفسیر کرد، یک سؤال اساسی و مهم در همه علوم است. استفاده از تکنیک فراتحلیل به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که در مقایسه با یک مطالعه و یا مداخله واحد یا منفرد به شناختی بیشتر از پدیده‌های مورد نظر برسند. جنس آویشن (*Thymus*) از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) دارای بیش از ۲۱۵ گونه در جهان است که ۱۸ گونه آن در ایران شناسایی شده است. آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) گیاهی چند ساله، بوته‌ای، پوششی، نیمه‌همیشه‌سبز و بومی منطقه اروپا و مدیترانه بوده و از قدرت سازگاری محیطی گسترده‌ای برخوردار است. در سال‌های گذشته، مطالعات زیادی روی گیاه آویشن صورت گرفته است که گاه نتایج متناقضی نیز داشته‌اند. بدین‌منظور مقاله‌ها، گزارش‌های پژوهشی و پایان‌نامه‌های دانشجویی با استفاده از واژه‌های کلیدی مرتبط با صفات مهم کمّی و کیفی آویشن مرور شد. پس از کنترل کیفی، از میان ۲۵۰ مقاله، تعداد ۶۰ مقاله فارسی و ۲۸ مقاله انگلیسی انتخاب گردید و در نهایت، ۱۵ مقاله با ۵۳ اندازه اثر برای مقادیر مختلف کودهای گاوی و ۴۹ اندازه اثر برای کودهای شیمیایی و زیستی بر صفات، وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد روغن ثبت و مورد تجزیه فراتحلیل قرارگرفت. نتایج فراتحلیل نشان می‌دهد که مطالعات اثر ۳۰ تن کود گاوی در هکتار با اندازه اثر (g= ۰/۵۰۲) برای وزن خشک و (g= ۰/۴۸۲) برای عملکرد روغن افزایشی و مثبت بودند و با اطمینان ۹۹ درصد ($P\leq$۰/۰۱) برای صفات ذکرشده معنی‌دار شدند. این مطالعات براساس شاخص I^2 برای وزن خشک (I^2= ۷۹/۴۸) و برای عملکرد روغن (I^2= ۸۶/۷۹) ناهمگن بودند و پس از رسم نمودار قیفی و انجام آزمون بگ و مازومدار، تقارن و عدم خطای انتشار آن‌ها مشاهده گردید. و نتایج به‌دست آمده قابل توصیه می‌باشد. مطالعات اثر کود شیمیایی (نیتروژن) فقط بر افزایش عملکرد وزن خشک با اندازه اثر (g=۰/۶۱۴) افزایشی، مثبت و معنی‌دار شده است ($P\leq$۰/۰۱). این مطالعات براساس شاخص I^2 برای وزن خشک (I^2= ۹۳/۷۹) ناهمگن بودند و پس از رسم نمودار قیفی و انجام آزمون بگ و مازومدار، تقارن و عدم خطای انتشار آن‌ها مشاهده گردید و نتایج به‌دست آمده قابل توصیه می‌باشد. مطالعات اثر کودهای زیستی به‌ترتیب با اندازه اثر (g=۰/۷۸۹) بر وزن خشک، (g=۰/۷۷۳) بر عملکرد روغن و (g=۰/۵۹۳) بر درصد اسانس تأثیر افزایشی و مثبت داشتند و معنی‌دار شده است ($P\leq$۰/۰۱). این مطالعات براساس شاخص I^2 برای عملکرد روغن (I^2= ۸۳/۳۴) و درصد اسانس (I^2= ۷۷/۷۱) ناهمگن و متقارن بودند و خطای انتشار نداشته و نتایج آن قابل توصیه می‌باشد. صفاتی که معنی‌دار نشدند یا مطالعات آن‌ها از تقارن برخوردار نبودند، در همه تیمارهای مورد بررسی نیاز به انجام مطالعات با دقت بالاتر برای توصیه دارند.

واژه‌های کلیدی: اندازه اثر، خطای انتشار، درصد اسانس، ناهمگنی

۱-گروه علوم کشاورزی ، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران.
۲- گروه علوم کشاورزی ، واحد قاینات، دانشگاه آزاد اسلامی، قاینات، ایران.
نویسنده مسئول: khmelborn@gmail.com

https://doi.org/10.22067/AGRY.2024.84908.1170

مقدمه

این مسئله که چگونه می‌توان مطالعات پژوهشی مستقل از یکدیگر را گرد هم آورد و تفسیر کرد، یک سؤال اساسی و مهم در همه علوم است. ناکافی بودن نتایج یک مطالعه واحد و نیاز به ترکیب یافته‌ها توسط دانشمندان، منجر به توسعه روش‌هایی شده است که امکان ترکیب نتایج بسیاری از مطالعات مستقل را فراهم می‌کند (Anjomani et al., 2022). پس از دهه ۱۹۸۰، دانشمندان شروع به توسعه روش‌های آماری یا فراتحلیل کردند و بنابراین، فراتحلیل به یک تکنیک آماری تبدیل شد (Çoğaltay & Karadag, 2015). در روش فراتحلیل می‌توان با جمع‌آوری داده‌ها و تقابل یافته‌های مطالعات و پژوهش‌های مختلف انجام‌شده در یکی از زمینه‌های علمی– کاربردی، نتایجی واحد و قابل اطمینان را به سایر پژوهشگران ارائه داد (Viechtbauer, 2010). در واقع، فراتحلیل، تحلیل آماری مجموعه‌ای بزرگ از نتایج آماری مربوط به مطالعات مختلف به‌منظور یکپارچه‌سازی یافته‌های آن است (Izanlo & Habibi, 2011). در این صورت، نتایجی که ممکن است در مطالعه‌های کوچک‌تر به‌دست نیایند، با استفاده از فراتحلیل ده‌ها مطالعه کوچک به‌دست خواهند آمد (Rotundo & Westgate, 2009). گیاهان دارویی حاوی متابولیت‌های ثانویه یا مواد مؤثره‌ای هستند که در طول قرون متمادی، منابع ناتمام برای کشف داروهای جدید و پیشرفته بوده‌اند. جنس آویشن (*Thymus*) از خانواده نعناعیان (*Lamiaceae*) دارای بیش از ۲۱۵ گونه در جهان است که ۱۸ گونه آن در ایران شناسایی شده است (Omidbeygi et al., 1995).

آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) گیاهی چند ساله، بوته‌ای، پوششی، نیمه همیشه‌سبز و بومی منطقه اروپا و مدیترانه بوده و از قدرت سازگاری محیطی گسترده‌ای برخوردار است (Reddy et al., Prasanth 2014). آویشن باغی همه ساله در سطوح وسیعی در کشورهای اسپانیا، آلمان، فرانسه، پرتغال، آمریکا، چک، مجارستان و شمال آفریقا کشت می‌شود (Rey, 1995). گیاه دارویی آویشن باغی، یکی از گیاهان مهم دارویی دنیا بوده که به‌دلیل کاربردهای فراوان در صنایع دارویی و غذایی، جایگاه ویژه‌ای در بین گیاهان دارویی دارد. این گیاه، بومی منطقه غرب مدیترانه و جنوب ایتالیا است (Gigord et al., 1999). اسانس آویشن از جمله ده‌ها اسانس برتر است که دارای خواص ضدباکتریایی و قارچی، آنتی‌اکسیدان، بادشکن، ضدکرم، خلط‌آور و نگهدارنده طبیعی مواد غذایی بوده و جایگاه خاصی در تجارت جهانی دارد. از آویشن در صنایع غذایی، دارویی، بهداشتی و آرایشی متنوعی می‌شود (Nikavar et al., 2005).

نتایج کاربرد مقادیر مختلف کودهای K, P, N بر رشد و عملکرد گیاه آویشن باغی نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع ساقه (۳۸/۳۷ سانتی‌متر)، عملکرد گیاه تر (۴۲/۷۸ گرم در گیاه) و بیشترین درصد اسانس ۰/۷۳ درصد در تیمار ترکیبی NPK به‌دست آمد (Sharaf Zadeh et al., 2011). مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ترکیب‌های ثانویه گیاهان، عوامل ژنتیکی، محیطی و برهم‌کنش بین آن‌هاست. از جمله این عوامل، نقش مواد مغذی و آبیاری در کمّیت و کیفیت اسانس است. نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌عنوان عناصر پرمصرف، نقش بسیار مهمی در رشد و تولید گیاهان ایفا می‌کنند. بیشترین درصد و عملکرد اسانس (۰/۳۶۳ درصد و ۰/۲۷۷ میلی‌لیتر در بوته) از گیاهان تحت کشت کود زیستی نیتروکسین به‌دست آمده و پس از آن به‌ترتیب کودهای بیوفسفر و مایکوریزا قرار داشتند و بیشترین عملکرد اسانس (۰/۳۵۰ میلی‌لیتر در بوته) از گیاهان تحت کشت تیمارهای کود زیستی نیتروکسین و آبیاری با ۹۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمد که اختلاف آن با تیمارهای کود زیستی نیتروکسین و آبیاری با ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (۰/۳۲۳ میلی‌لیتر در بوته) معنی‌دار نبود. کمترین مقدار آن (۰/۱۵۰ میلی‌لیتر در بوته) از گیاهان تحت کشت تیمارهای کود زیستی مایکوریزا و آبیاری با ۳۰ درصد ظرفیت زراعی به‌دست آمده است (Mohammad pour Vashvaee et. Al., 2014).

در مطالعه دیگر روی کودهای شیمیایی، اثر تیمار کودی NPK، بیشترین میزان پرولین (۷/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) را نشان داد که با تیمار کودی *سودوموناس* تفاوت معنی‌دار نداشت و تیمار کودی *آزوسپریلیوم* کمترین میزان پرولین (۰/۴۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) را دارا بود که با تیمار کودی شاهد تفاوت معنی‌دار نداشت. همچنین تیمار کود زیستی (*Pseudomonas fluorescens*) بیشترین میزان ارتفاع (۴۷/۲۰ سانتی‌متر) و تیمار کود زیستی (*Azospirillium brasilense*) کمترین میزان ارتفاع بوته (۹۷/۱۷ سانتی‌متر) را نشان دادند (Heidari et al., 2018). کاربرد کودهای گاوی و زیستی، روابط آبی را بهبود داده و افزایش دسترسی عناصر غذایی و جذب آن‌ها در تیمار تلفیقی باعث افزایش وزن خشک گیاه می‌شود. نتایج تحقیق نشان داد که تیمار۵۰

درصد کود شیمیایی (نیتروژن) + کود زیستی + کود گاوی، بیشترین وزن خشک بوته (۱۵۶/۴۲ گرم در مترمربع) نسبت به شاهد (۱۱۹/۵۱ گرم در متر مربع) داشته است. همچنین، بیشترین درصد اسانس در تیمار تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی (نیتروژن) + کود زیستی + کود گاوی (۳/۳۸ درصد) و کمترین درصد اسانس در شاهد (۱/۳۱ درصد) مشاهده شد. بیشترین عملکرد اسانس در تیمار تلفیقی ۵۰ درصد کود شیمیایی (نیتروژن) + کود زیستی + کود گاوی (۵/۳۶ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد اسانس در شاهد (۳/۳۰ گرم در مترمربع) به‌دست آمد (Dolati et al., 2018). بررسی مقدار اسانس تحت تیمارهای کود زیستی، افزایش در خور توجهی داشته است. افزایش درصد اسانس در تیمار کود ازته بارور ۲ و کود فسفاته بارور ۲ به‌میزان ۲/۵ برابری مقدار اسانس در شاهد مشاهده شده است. (Nejadhabibvash et al., 2021). نتایج مطالعه بر اثرکود زیستی و برهم‌کنش آن‌ها بر کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین ارتفاع بوته (۳۵/۰۹ سانتی‌متر)، وزن تر و خشک سرشاخه‌های گلدار (به‌ترتیب ۱۰۳/۵۲ و ۴۳/۲۷ گرم در بوته) و عملکرد اسانس (۰/۳۵۰ میلی‌لیتر در بوته) در تیمار ۹۰ درصد آبیاری و کود زیستی نیتروکسین حاصل شد (Mohammad et al., 2014 Pour Vashvaee).

به‌دلیل وجود اختلاف بسیار در انتخاب جامعه، نمونه، متغیرهای مستقل، وابسته، روش‌های آماری به‌کار رفته در مطالعات و طرح‌های آزمایشی، مقایسه بین مطالعات و به‌دست آوردن یک نتیجه منسجم و هماهنگ از میان آن‌ها امری دشوار به نظر می‌رسد. این موقعیت وقتی مشکل‌تر می‌شود که تعداد مطالعات روزبه‌روز بیشتر شده و گاه نتایج حاصله از آن‌ها بسیار متناقض می‌باشد (Habibi et al., 2009). فراتحلیل، یک روش پژوهشی برای پاسخگویی به سؤالاتی درباره نتایج مطالعات انجام شده قبلی است، سؤالاتی که یک مطالعه به تنهایی نمی‌تواند به آن‌ها پاسخ دهد. فراتحلیل، به ترکیب اطلاعات مطالعات و به مقایسه بین مطالعات و کشف نتایج جدید از میان مطالعات قبلی توجه می‌نماید و می‌تواند زمینه‌های جدید پژوهش یا سؤالات پژوهشی جدیدی معرفی نماید، حتی ممکن است بتواند برآورد صحیحی از اندازه نمونه برای تحقیقات بعدی بوجود آورد (Cooper et al., 1994). در چنین شرایطی و با توجه به اهمیت اقتصادی، دارویی و صنعتی گیاهان دارویی به‌ویژه افزایش سطح زیر کشت زراعی گیاه آویشن و به‌دلیل توصیه‌های متفاوت و گاهاً متناقض در امر استفاده از کودهای مختلف در این تحقیق با جمع‌آوری مطالعات متعدد روی کودهای مختلف گاوی، شیمیایی و زیستی و با استفاده از تکنیک جامع فراتحلیل به بررسی مجدد اثرات ثبت شده و نتایج معنی‌دار به چاپ رسیده در ابعاد وسیع‌تر پرداخته شد و همچنین وجود یا عدم وجود خطای انتشار مطالعات نیز بررسی گردید و نتایج حاصل از انجام فراتحلیل که از قدرت، جهت‌گیری و دقت بالاتری برخوردار است، امکانی جدید برای توصیه کودی فراهم می‌سازد و با بررسی خطاهای انتشار می‌تواند جهت‌دهی در زمینه‌های مورد نیاز برای پژوهشگران در آینده ایجاد نماید.

مواد و روش‌ها

برای انجام این فراتحلیل از روش معرفی شده توسط کوپر استفاده شده است. این روش دارای مراحل زیر است: جستجو و انتخاب مطالعات (جمع‌آوری داده‌ها)، کدگذاری ویژگی‌های هر یک از مطالعات، استخراج داده‌های مناسب فراتحلیل، تجزیه و تحلیل داده‌ها. برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، ابتدا کلیه مطالعات انجام شده و موجود روی گیاه آویشن، به زبان فارسی و انگلیسی با استفاده از پایگاه‌های علمی و معتبر بین‌المللی و داخلی مانند، بانک اطلاعات نشریات کشور[1]، بانک نشریات فارسی ایران[2]، پژوهشگاه علوم و فن‌آوری اطلاعات ایران[3] و پایگاه مقالات علمی همایش‌ها و مجلات ایران[4] و کتابخانه‌هایی مانند کتابخانه دانشگاه فردوسی مشهد، کتابخانه ملی ایران، کتابخانه آستان قدس رضوی و... و پایگاه‌های علمی معتبر بین‌المللی مانند، اسکوپوس[5]، اشپرینگر[6]، وب آو ساینس[7]، ساینس دایرکت[8]، مورد بررسی و جستجو قرار گرفت (Mokhtari et al., 2014). سپس فرم‌هایی طراحی گردید تا داده‌های آماری مورد نیاز (تعداد تکرار و تیمار، میانگین مربعات تیمارها، میانگین‌های تیمارها و شاهد، انحراف معیار و خطای استاندارد) استخراج گردد. سه عنصر مهم اندازه اثر شاخص‌های مبتنی بر تفاوت‌های گروهی عبارتند از، کوهن (d)، هجس (g) و گلاس (Δ). g اندازه اثری است که صورت کسر آن

1- www.magiran.com
2- www.sid.ir
3- www.irandoc.ac.ir
4- www.civilica.com
5- Scopus
6- Springer
7- Web of science
8- Science direct
9- The standardized mean difference (g)

برابر با اختلاف میانگین گروه‌های تیمار و شاهد و مخرج کسر آن برابر با جذر واریانس آمیخته دو گروه می‌باشد (معادله ۳).

از آنجا که مطلوبیت مورد نظر در این فراتحلیل، تفاوت بین میانگین‌های گروه تیمار (آزمایش) و گروه شاهد (کنترل) است، در تجزیه تحلیل داده‌ها از پارامتر اختلاف میانگین استاندارد[۹]شده (g)، که از شاخص‌های مهم اندازه اثر است، برای محاسبه عملکرد کمّی و کیفی بین تیمار کنترل و آزمایش استفاده شد (Cohen, 1988) (معادله ۴).

معادله (۳) $$g = \frac{M_1 - M_2}{S_{pooled}}$$

که در آن، M_1 و M_2: به‌ترتیب میانگین عملکرد تیمار آزمایش و تیمار شاهد و S_{Pooled} انحراف معیار ترکیب شده است (Cohen, 1988).

معادله (۴) $$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n1-1)s1^2 + (n2-1)s2^2}{n1+n2-2}}$$

که در آن، S_1 و S_2: به‌ترتیب انحراف معیار گروه آزمایش و کنترل است.

در این تحقیق برای ارزیابی خطای انتشار از نمودار قیفی استفاده شده و برای رسم نمودار قیفی از انحراف استاندارد استفاده شده است، در صورت متقارن بودن نمودار قیفی، وجود خطای انتشار را می‌توان رد کرد (Rothstein et al., 2005). در این نمودار، خط میانی نمایانگر شاخص تأثیر اندازه بر روی صفت مورد نظر است. همین‌طور محور افقی و محور عمودی به‌ترتیب نمایانگر اندازه اثر آزمایشات و خطای استاندارد آن‌ها می‌باشد. آزمایشاتی که خارج از محدوده اطمینان ۹۵ درصد و قیف قرار دارند، معنی‌دار نمی‌باشند، از طرفی دیگر دقت مطالعات زمانی زیاد است که نقاط به‌صورت متقارن در دو طرف محور عمودی و نزدیک به صفر (نوک قیف معکوس) باشند (Copas & Shi, 2000). امّا برای قضاوت صریح باید از آزمون آماری استفاده نمود. در این تحقیق از آزمون همبستگی رتبه‌ای بگ و مازومدار استفاده شده است (Begg & Mazumdar, 1994). همچنین برای ارزیابی فرض صفر و نشان دادن دامنه حدود اطمینان از نمودار درختی استفاده شده است (Deeks Higgins et al., 2003 ; et al., 2001). تعیین میزان ناهمگنی در بین مطالعات، یکی از مهم‌ترین جنبه‌های فراتحلیل است که برای انتخاب مدل آماری مؤثر است. اگر بین مطالعات ناهمگنی وجود داشته باشد از مدل اثر تصادفی استفاده می‌شود، زیرا در این حالت، استفاده از مدل ثابت بازده بسیار کمی دارد. در مقابل، اگر بین مطالعات ناهمگنی وجود نداشته باشد، از مدل اثر ثابت استفاده می‌شود. شاخص I^2 یکی از شاخص‌های مهم در تعیین میزان ناهمگنی بین مطالعات است. برخلاف سایر شاخص‌ها، دقت این شاخص به تعداد مطالعات بستگی ندارد و به‌عنوان درصدی از ناهمگنی است که قسمتی از کل واریانس بین مطالعات می‌باشد. به‌طور کلی، میزان ناهمگنی در شاخص I^2 به سه صورت زیر تعیین می‌شود:

ناهمگنی در چهار گروه طبقه‌بندی شد، ناهمگنی زیاد (۷۵ درصد ≤ I-squared)ناهمگنی متوسط (۷۴− ۵۰ درصد = I-squared)، ناهمگنی کم (۴۹− ۲۵ درصد = I-squared)، نداشتن ناهمگنی (۲۵ درصد > I-squared) (Higgins & Green, 2011).

از میان بیش از ۶۰ مطالعه داخلی و ۲۸ مطالعه خارجی، تعداد ۱۵ مطالعه قابل تجزیه فراتحلیل در موضوعات مختلف «وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد روغن آویشن» انتخاب و بقیه مطالعات حذف گردیدند. تمام داده‌های استخراج شده برای انجام فراتحلیل به نرم‌افزار جامع فراتحلیل منتقل شدند. نتایج گزارش شده در مورد هر یک از متغیرها با استفاده از نرم‌افزار (Comprehensive Meta-Analysis, version 2) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

از میان بیش از ۶۰ مطالعه داخلی و ۲۸ مطالعه خارجی، تعداد ۱۵ مطالعه قابل تجزیه فراتحلیل با ۵۳ اندازه اثر در موضوعات مرتبط با تأثیر مقادیر مختلف کود گاوی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن در هکتار) بر وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد روغن آویشن انتخاب و آماده تجزیه فراتحلیل شد، و بقیه مطالعات حذف گردیدند (جدول ۱).

الف- فراتحلیل مطالعات تأثیر مقادیر مختلف کود گاوی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن در هکتار) بر صفات کمّی و کیفی گیاه آویشن

برای مطالعات مقدار کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) تعداد نه اندازه اثر بر وزن خشک، ۱۰ اندازه اثر بر عملکرد روغن و نه اندازه اثر بر درصد اسانس استخراج و محاسبه شد؛ و برای مقادیر مختلف کودهای گاوی که شامل مطالعات با سطوح مختلف کودی (در سطوح ۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن در هکتار) نیز تعداد ۱۵ اندازه اثر بر وزن خشک، ۱۵ اندازه اثر بر عملکرد روغن و ۱۵ اندازه اثر بر درصد اسانس استخراج و محاسبه شد (جدول ۲).

جدول ۱- خلاصه اطلاعات مربوط به پژوهش‌های مورد بررسی انواع مختلف کودها در فراتحلیل نهایی

Table 1- Summary of information related to the researches of different types of fertilizers articles for final Meta-analysis

ردیف Number	مطالعه Study	سال Year	حجم نمونه Sample size
1	شب خیز و همکاران Shabkhiz et al	2021	18
2	حیدری و همکاران Haidari et al	2019	24
3	حیدری و همکاران Haidari et al	2019	24
4	عسکری و همکاران Askary et al	2018	36
5	مرشدلو و همکاران Emami et al	2018	21
6	مرشدلو و همکاران Morshedloo et al	2018	21
7	دولتی و همکاران Doulati et al	2018	32
8	پوروشوایی و همکاران Pour Vashvaee	2021	45
9	دولتی و همکاران Doulati et al	2018	21
10	پوروشوایی و همکاران Pour Vashvaee	2014	45
11	دهقی و همکاران Dehaghi et al	2008	12
12	هانوراتو و همکاران Honorato et al	2022	60
13	هانوراتو و همکاران Honorato et al	2022	60
14	دهقی و همکاران Dehaghi et al	2008	12

آزمون فرض صفر

در مدل اثرات تصادفی در مطالعات فراتحلیل، فرضیه صفر بر این مبنا است که میانگین اندازه اثرهای واقعی کلیه مطالعات صفر است. بر این اساس، فرضیه صفر برمبنای ارزش z و معنی‌دار بودن آن از لحاظ آماری تأیید یا رد می‌گردد (Vahedi, 2021). نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که اثر مقدار کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) بر تمامی صفات مورد مطالعه (وزن خشک و عملکرد روغن) به‌جز درصد اسانس معنی‌دار شده است (P≤۰/۰۱)، در نتیجه فرض صفر غیر از درصد اسانس رد گردید. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از ۳۰ تن کود گاوی در هکتار باعث افزایش عملکرد روغن (g= ۰/۴۸۲) و افزایش وزن خشک (g= ۰/۵۰۲) گیاه آویشن گردیده و معنی‌دار شده است. امّا مطالعات بر درصد اسانس معنی‌دار نشد. کمترین خطای استاندارد که نشان از دقت بیشتر دارد نیز در گروه مطالعات وزن خشک مشاهده شد (SE= ۰/۱۰۸). در بررسی سطوح مختلف کود گاوی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن در هکتار) نیز اندازه اثرهای به‌دست آمده با اطمینان ۹۹ درصد (P≤ ۰/۰۱) برای همه صفات کمّی و کیفی معنی‌دار شدند. اندازه اثر به‌دست آمده در بین صفات کیفی برای درصد اسانس (g= ۴۶۹) و برای عملکرد روغن (g= ۴۶۵) می‌باشد که با وجود فاصله دامنه اطمینان کمتر و دقت بیشتر می‌توان گفت که کودهای دامی تأثیر بیشتری بر افزایش درصد اسانس نسبت به عملکرد روغن آویشن دارند.

جدول ۲- اندازه اثر مقادیر مختلف کودهای گاوی بر روی برخی صفات کمّی و کیفی گیاه آویشن با سطح اطمینان ۹۵ درصد

Table 2- The values of the effect size of different amounts of Cow manure on some quantitative and qualitative traits of thyme plant with a confidence level of 95%

مدل تصادفی Model (randomly)	تعداد اثر Number of effects	اندازه اثر هجس g effect size	خطای استاندارد Standard error	واریانس Variance	حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit	مقدار Z Z value	مقدار P P value
کود گاوی30 تن- وزن خشک Cow manure 30 tons - dry weight	9	0.502	0.108	0.012	0.291	0.713	4.665	0. 000
کود گاوی 30 تن- عملکرد روغن Cow manure 30 tons - yield of oil	10	0.482	0.232	0.054	0.027	0.938	2.075	0.003
کود گاوی 30 تن- درصد اسانس Cow manure 30 tons – essential oil %	9	0.590	0.330	0.109	-0.057	1.237	1.788	0.074
مقادیرمختلف کودها – وزن خشک Different amounts of fertilizers - dry weight	15	0.435	0.086	0.007	0.206	0.541	4.366	0.000
مقادیر مختلف کودها – درصد اسانس Different amounts of fertilizers - essential oil %	15	0.469	0.157	0.025	0.162	0.776	2.992	0.003
مقادیر مختلف کودها – عملکرد روغن Different amounts of fertilizers - yield of oil	15	0.465	0.134	0.052	0.203	0.727	3.81	0.000

برای تفسیر مقادیر اندازه اثر می‌توان از جدول مقایسه‌ای کوهن استفاده نمود (جدول ۳). براساس اندازه اثرهای به‌دست آمده، اثر کود گاوی به مقدار ۳۰ تن در هکتار و سایر سطوح در محدوده متوسط می باشد، در نتیجه استفاده از کود گاوی با مقادیر مختلف تا حد متوسطی بر عملکرد کمّی و کیفی تأثیر می‌گذارد.

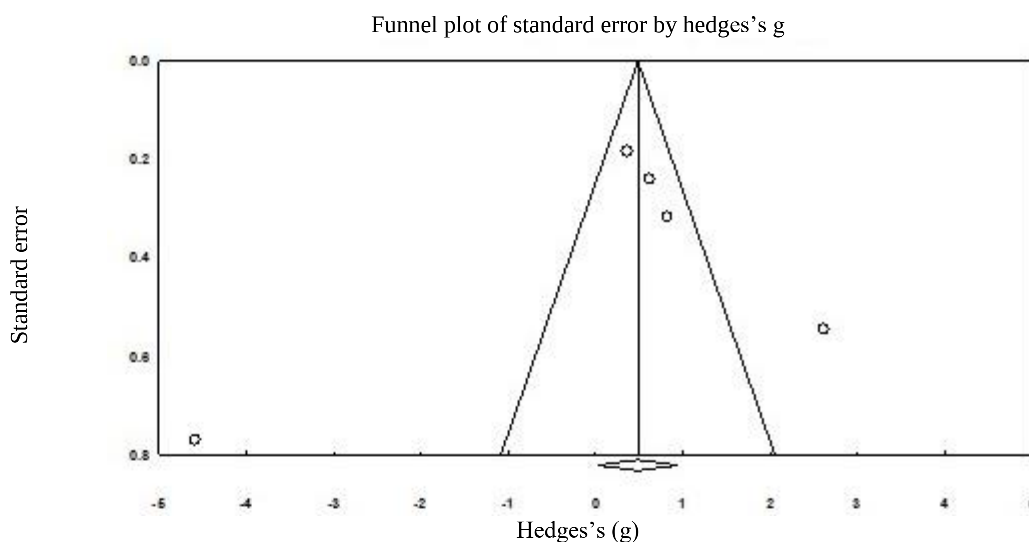
جدول ۳- تفسیر اندازه اثر براساس مقیاس کوهن

Table 3- Effect size interpretation based on Cohen's scale

مدل تصادفی Random model	اندازه اثر Effect size (d)
کم Low	0.2
متوسط Moderate	0.5
بالا High	0.8

خطای انتشار

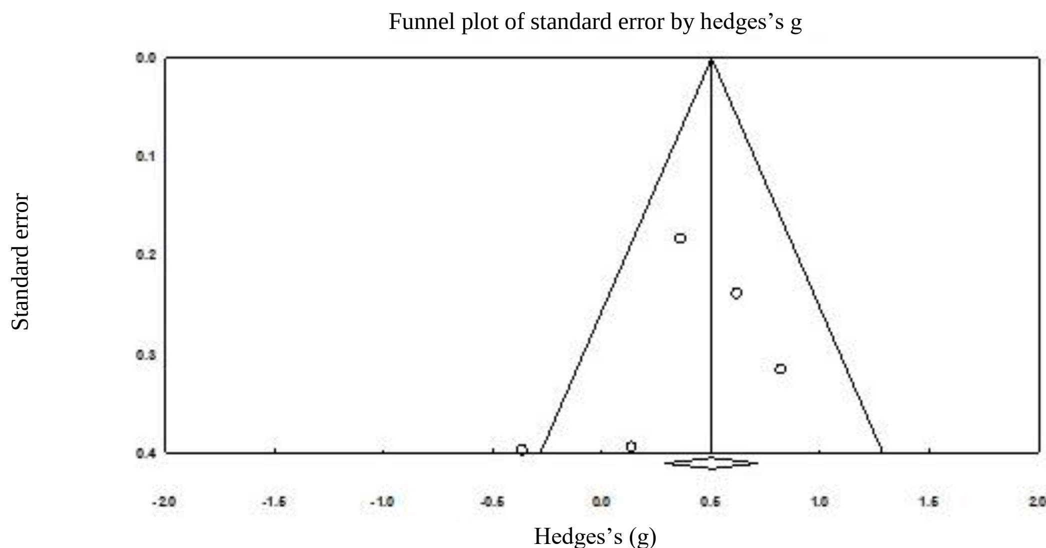
رسم نمودار قیفی به‌عنوان روشی ارزشمند جهت تشخیص هر گونه تورش انتشار یا خطای انتشار در مطالعات فراتحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نمودار پراکنش ساده اندازه اثر هرکدام از مطالعات را حول محور میانگین نشان می‌دهد. معمولاً شاخص اندازه اثر روی محور افقی و پراکندگی اندازه اثرها بر روی محور عمودی قرار می گیرد. در حالت ایده‌آل که هیچ‌گونه خطای انتشاری وجود ندارد، طرح نمودار نشان‌دهنده یک قیف وارونه متقارن است که اثر مطالعات کوچک‌تر به‌طور گسترده‌تر در پایین نمودار پراکنده شده و مطالعات بزرگ‌تر با دقت بیشتر در قسمت بالای قیف قرار می‌گیرند. نامتقارن بودن نمودار قیفی نشان‌دهنده وجود خطای انتشار می‌باشد، به این معنی که مطالعات کوچکی که اندازه اثر بزرگ و معنی‌داری داشته‌اند از شانس بیشتری برای انتشار برخوردار بوده و مطالعات کوچکی که اندازه اثر کوچک یا غیرمعنی‌دار داشته‌اند، نادیده گرفته شده‌اند. مطالعات کودهای گاوی (۳۰ تن در هکتار) بر (عملکرد روغن) گیاه آویشن را نشان می‌دهد که نقاط نزدیک به نوک قیف معکوس قرار دارند و در نزدیکی محور میانگین اندازه اثر قرار دارند و می‌توان گفت این مطالعات خطای انتشار ندارند و مقادیر اندازه اثر با اطمینان ۹۵ درصد قابل قبول می‌باشند (شکل ۱).



شکل ۱- نمودار قیفی اندازه اثر هجس کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) بر عملکرد روغن آویشن

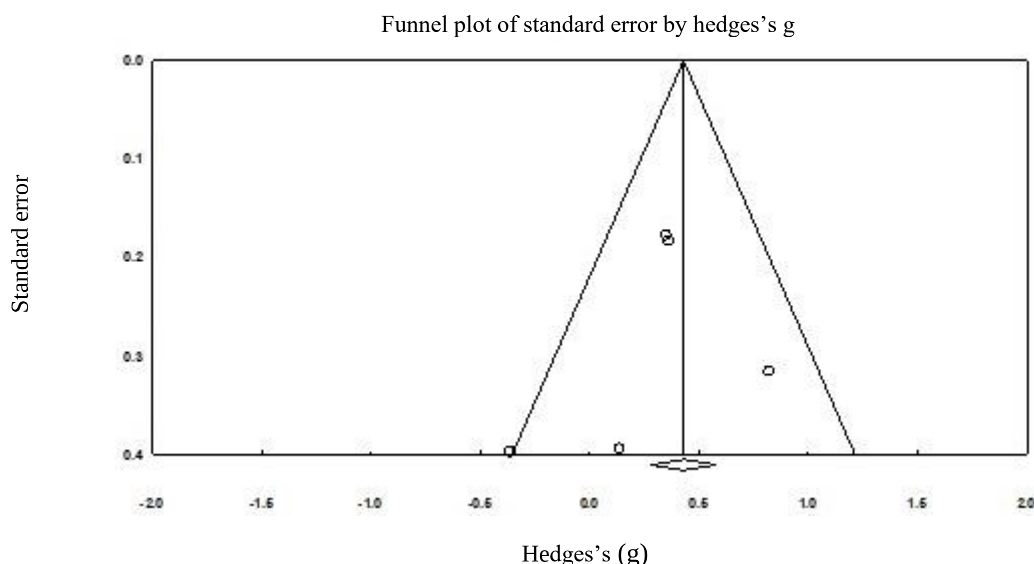
Fig. 1- Funnel plot of the effect of Cow manure hedges's (30 tons per hectare) on the yield of thyme oil

اشکال (۲ و ۳) نمودارهای قیفی، مطالعات کودهای گاوی (۳۰ تن در هکتار) و مقادیر مختلف کودهای گاوی (گاوی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن در هکتار) بر وزن خشک گیاه آویشن متقارن هستند و به‌دلیل عدم خطای انتشار می‌توان نتایج آن را قابل توصیه دانست (شکل ۲ و شکل ۳). برای اطمینان از نتیجه درست نمودار قیفی و تعیین خطای انتشار باید از آزمون‌های آماری استفاده شود که در این پژوهش از آزمون آماری همبستگی بگ و مازومدار استفاده شده است. در مطالعاتی که نامتقارن هستند برای توصیه و اجرا، بهتر است که مطالعات بیشتری انجام شود، امّا مطالعاتی که متقارن هستند (P ۰/۰۵ ≤)، خطای انتشار ندارند و می‌توان نتایج فراتحلیل را با اطمینان ۹۵ درصد صحیح و قابل توصیه دانست.



شکل ۲- نمودار قیفی اندازه اثر هجس کود گاوی (۳۰ تن در هکتار) بر وزن خشک آویشن

Fig. 2- Funnel plot of the effect of Cow manure hedges's (30 tons per hectare) on thyme dry-weight



شکل ۳- نمودار قیفی اندازه اثرهجس مقادیر مختلف کود گاوی بر وزن خشک آویشن

Fig. 3- Funnel plot of the effect size of hedges of different amounts of Cow manure on thyme dry-weight

آزمون ناهمگنی

آزمون ناهمگنی به بررسی تفاوت بین اندازه اثر مطالعات پرداخته و به بررسی این فرض صفر می‌پردازد که کلیه مطالعات مورد بررسی در یک فراتحلیل اندازه اثر یکسانی دارند. همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، ناهمگنی می‌تواند به‌دلیل تنوع مطالعات، خطای نمونه‌گیری، نوع طرح پژوهشی، حجم نمونه و... باشد که در این پژوهش، ناهمگنی زیاد بین مطالعات اندازه اثرها، استفاده از مدل تصادفی را کاملاً توجیه می‌کند.

شاخص I^2 یکی از شاخص‌های مهم در تعیین میزان ناهمگنی بین مطالعات است. برخلاف سایر شاخص‌ها، دقت این شاخص به تعداد مطالعات بستگی ندارد و به‌عنوان درصدی از ناهمگنی است که قسمتی از کل واریانس بین مطالعات می‌باشد، مقدار این شاخص در استفاده از کود گاوی به‌میزان ۳۰ تن در هکتار I^2= ۶۱/۱۲۴ برای درصد اسانس نشان می‌دهد ۶۱ درصد ناهمگنی مشاهده شده بین اندازه اثر مطالعات ناشی از تفاوت‌های واقعی در اندازه اثرها به‌دلیل تأثیر مداخله یا طرح پژوهشی بوده و تنها ۴۹ درصد پراکندگی به‌خاطر خطای تصادفی ایجاد شده است. و این مقدار برای عملکرد روغن برابر با I^2= ۸۶/۷۹ به‌دست آمده است که بیانگر نزدیک به ۸۷ درصد تفاوت‌های مداخله‌ای یا طرح پژوهشی و ۲۳ درصد خطای تصادفی می‌باشد. مقدار این شاخص در مجموع استفاده از کودهای گاوی در سطوح مختلف از حداقل ۵۱ درصد تا ۸۴ درصد تفاوت مداخله‌ای یا طرح پژوهشی بر درصد اسانس که ناهمگنی بالای بین مطالعات و نتایج به‌دست آمده را در این صفت نشان می‌دهد. یکی از علل ایجاد ناهمگنی در نتایج مطالعات ممکن است تفاوت در طرح پژوهشی و حجم نمونه باشد. مطالعات با حجم نمونه کوچک‌تر احتمال تولید اندازه اثر بزرگ‌تری در مقایسه با مطالعاتی دارند که از حجم نمونه بزرگ‌تری برخوردارند. مطالعات با حجم نمونه بزرگ‌تر، برآورد دقیق تری از اندازه اثر در مقایسه با مطالعات با حجم نمونه کوچک‌تر دارند. علاوه‌براین مطالعات کوچک با اثرات غیر معنی‌دار ممکن است هرگز به رشته تحریر در نیامده و یا حتی منتشر نگردند.

نتایج فراتحلیل مطالعات نشان داد که استفاده از ۳۰ تن کود گاوی در هکتار باعث افزایش عملکرد کیفی (عملکرد روغن) و افزایش وزن خشک گیاه آویشن گردیده و معنی‌دار شده است، امّا بر افزایش درصد اسانس به‌دلیل خطای بالاتر معنی‌دار نشده است. نتایج به‌دست آمده در مطالعات منفرد اکثراً تأکید بر معنی‌داری و اثر مثبت کودهای دامی (گاوی) بر عملکرد کمّی و کیفی دارند (Habibi et al., 2009). بالاترین مقدار کارواکرول از آویشن زراعی در سال اول در ۳۳ درصد ظرفیت زراعی و کمتر از آن و در شرایط عدم مصرف کود گاوی ۳۰ تن در هکتار به‌دست آمد (Askari et al., 2018).

جدول ٤- آزمون ناهمگنی مقادیر مختلف کودهای گاوی برروی برخی صفات کمّی و کیفی گیاه آویشن با سطح اطمینان ۹۵ درصد

Table 4- Heterogeneity test of different amounts of Cow manure on some quantitative and qualitative traits of thyme plant with 95% confidence level

صفات Traits	I-squared	مقدار Z Z value	مقدار P P value	نتیجه آزمون Test result
کود گاوی 30 تن- عملکرد روغن Cow manure 30 tons - oil yield	86.79	1.609	0.107	ناهمگن- متقارن Homogeneous-asymmetric
کود گاوی 30 تن- درصد اسانس Cow manure 30 tons – essential oil %	61.124	2.102	0.035	نسبتاً همگن- نامتقارن Heterogeneous-asymmetric
کود گاوی 30 تن- وزن خشک Cow manure 30 tons - dry weight	79.488	1.561	0.117	ناهمگن- متقارن Homogeneous-asymmetric
مقادیر مختلف کودها –وزن خشک Different amounts of fertilizers - dry weight	51.264	1.286	0.198	همگن – متقارن Homogeneous-asymmetric
مقادیر مختلف کودها – درصد اسانس Different amounts of fertilizers – essential oil %	84.288	2.573	0.010	ناهمگن – نامتقارن Heterogeneous- symmetric
مقادیر مختلف کودها – عملکرد روغن Different amounts of fertilizers - oil yield	78.941	2.476	0. 013	ناهمگن – نامتقارن Heterogeneous-symmetric

در مطالعه‌ای دیگر، بیشترین درصد تیمول (۶۵/۴۲ درصد) در گروه ۹۰ تن کود دامی در هکتار و ۳۰ تن در هکتار کود سبز به‌دست آمده است (Honorato et al., 2022). در مطالعه‌ای دیگر روی اثر کودهای شیمیایی و دامی و ورمی مشخص شد که بیشترین مقدار تیمول به‌دست آمده تحت استفاده از کودهای ترکیبی در هر دو سال استفاده بوده است. در بررسی سطوح مختلف کود گاوی (۳۰،۶۰ و ۹۰ تن در هکتار) نیز اندازه اثرهای به‌دست آمده با اطمینان ۹۹ درصد ($P\leq$ ۰/۰۱) برای همه صفات کمّی و کیفی معنی‌دار شدند. اندازه اثر به‌دست آمده در بین صفات کیفی برای درصد اسانس (g= ۴۶۹) و برای عملکرد روغن (g= ۴۶۵) می‌باشد که با وجود فاصله دامنه اطمینان کمتر و دقت بیشتر می‌توان گفت که کودهای دامی تأثیر بیشتری بر افزایش درصد اسانس نسبت به عملکرد روغن آویشن دارند. مطالعات کودهای گاوی (۳۰ تن در هکتار) بر عملکرد روغن و وزن خشک متقارن و خطای انتشار نشان ندادند، امّا مطالعات بر درصد اسانس خطای انتشار داشت. مطالعات مقادیر مختلف کودهای گاوی (۳۰، ۶۰ و ۹۰ تن در هکتار) فقط بر وزن خشک آویشن متقارن بودند و خطای انتشار نداشتند. سایر مطالعات نامتقارن بوده و نیاز به تکرار بیشتر برای توصیه دارند. شاخص I^2 یکی از شاخص‌های مهم در تعیین میزان ناهمگنی بین مطالعات است. نتیجه آزمون ناهمگنی نشان داد که کلیه مطالعات کودهای دامی (گاوی) ناهمگنی بالایی دارند و استفاده از الگوی تصادفی در فراتحلیل آن‌ها درست بوده است.

فراتحلیل مطالعات تأثیر کودهای شیمیایی (نیتروژن) و زیستی برصفات کمّی و کیفی گیاه آویشن

از میان بیش از ۶۰ مطالعه داخلی و ۲۸ مطالعه خارجی، تعداد ۱۰ مطالعه قابل تجزیه فراتحلیل با ۴۹ اندازه اثر در موضوعات مرتبط با تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد روغن آویشن انتخاب و آماده تجزیه فراتحلیل شد، و بقیه مطالعات حذف شدند (جدول ۱).

آزمون فرض صفر

برای مطالعات کودهای شیمیایی، تعداد ۱۰ اندازه اثر بر وزن خشک، ۱۱ اندازه اثر بر عملکرد روغن و ۱۰ اندازه اثر بر درصد اسانس استخراج و محاسبه شد. برای مطالعات کودهای زیستی تعداد شش اندازه اثر بر وزن خشک، پنج اندازه اثر بر عملکرد روغن و هفت اندازه اثر بر درصد اسانس استخراج و محاسبه شد (جدول ۶).

نتایج نشان داد که کود شیمیایی (نیتروژن) بر عملکرد وزن خشک معنی‌دار شده است ($P\leq$ ۰/۰۱) و تأثیر افزایش عملکرد کیفی بر درصد اسانس بیشتر از عملکرد اسانس بوده است. اندازه اثر هجس درصد اسانس (g= ۶۱۴) که در جدول مقایسه کوهن تأثیر بالای کود شیمیایی (نیتروژن) بر وزن خشک را نشان می‌دهد، امّا اثر کود شیمیایی (نیتروژن) بر صفات کیفی درصد اسانس و عملکرد روغن معنی‌دار نشده است. خطای استاندارد بالا و دامنه فاصله اطمینان زیاد بین کمترین و بیشترین حد به‌دست آمده نیز نشان‌دهنده دقت پایین و اثر کمتر این مطالعات بر صفات ذکر شده می‌باشد که قطعاً برای

نتیجه‌گیری دقیق نیاز بـه انجـام مطالعـات بیشـتر توصـیه مـی‌شـود. همچنین کمترین خطای استاندارد در گروه مطالعات کودهای شیمیایی بر وزن خشک مشاهده می‌شود (SE= ۰/۱۱۹۳) و بیشـترین خطـا در مطالعات عملکرد روغن مشاهده می‌شود (SE= ۰/۱۱۹۳).

امّا اثرات کودهای زیستی بر صفات ذکر شـده، همگـی معنـی‌دار شده است (P≤ ۰/۰۱) و نشان می‌دهد که استفاده از کودهای زیسـتی باعث افزایش عملکرد و صفات کیفی در آویشن گردیده اسـت. انـدازه اثر کودهای زیستی بر وزن خشک و عملکرد روغن آویشن به‌ترتیب با (g= ۷۸۹) و (g= ۷۷۳) میزان تأثیر زیاد این کودها بر صفات ذکر شده را تأیید می‌کند. در مورد اثر کود زیستی بر درصد اسانس نیز با وجـود کمتر بودن اندازه اثر به‌دست آمده نسبت به دو صفت دیگر (g= ۵۹۳) باز هم این تأثیر مثبت و نسبتاً بالا می‌باشد. همچنین کمترین خطـای استاندارد در گروه مطالعات کودهای زیستی بـر وزن خشـک مشـاهده می‌شود (SE= ۰/۱۲۵) و بیشترین خطـا در مطالعـات درصـد اسـانس مشاهده می‌شود (SE= ۰/۱۱۹۳). هرچه دامنه فاصله اطمینـان کمتـر باشد، اندازه اثر به‌دست آمده دقیق‌تر و مؤثرتر است. دامنه‌های به‌دست آمده برای وزن خشک، کمترین فاصله را دارند که نشان از دقت بالا و اثر بیشتر می‌باشد و در مورد صفات کیفی نیـز دامنـه عملکـرد روغـن بزرگ‌تر از درصد اسانس بوده و دقت کمتر اثر کود شیمیایی (نیتروژن) بر افزایش صفات کیفی را نشان می‌دهد. در مطالعات کودهای زیستی علاوه‌بر اندازه اثر دامنه فاصله تطمینان در همه مطالعات نسبتاً برابر و با فاصله‌های مساوی می‌باشند که نشـان از دقـت بـالاتر مطالعـات و تأثیر بیشتر این نوع کود بر صفات کمّـی و کیفـی آویشـن مـی‌باشـد (جدول ۵).

جدول ۵- اندازه اثر کودهای شیمیایی (نیتروژن) و زیستی بر روی برخی صفات کمّی و کیفی گیاه آویشن با سطح اطمینان ۹۵ درصد

Table 5- The Effect size of chemical fertilizers (Nitrogen) and biological fertilizers on some quantitative and qualitative traits of thyme plant with 95% confidence level

مدل تصادفی Model (randomly)	تعداد اثر Number of effects	اندازه اثر هجس Hedges effect size	خطای استاندارد Standard error	واریانس Variance	حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit	مقدار Z Z value	مقدار P P value
کود شیمیایی (نیتروژن)- وزن خشک Chemical fertilizer (N) - dry weight	10	0. 614	0.193	0.037	0.237	0.992	3.191	0.001
کود شیمیایی (نیتروژن)- درصد اسانس Chemical fertilizer (N) –essential oil %	11	0.304	0.514	0.264	-0.703	1.311	0.592	0.554
کود شیمیایی (نیتروژن)- عملکرد روغن Chemical fertilizer (N) – oil yield	10	0.618	0.558	0.312	-0.476	1.713	1/108	0.268
کود زیستی – عملکرد روغن Bio-fertilizer - oil yield	5	0.773	0.134	0.018	0.511	1.036	5.771	0.000
کود زیستی – درصد اسانس Bio-fertilizer –essential oil %	7	0.593	0.245	0.060	0.114	1.703	2.424	0.015
کود زیستی – وزن خشک Bio-fertilizer - dry weight	6	0.789	0.125	0.016	0.544	1.033	6.321	0.000

خطای انتشار

رسم نمودار قیفی پراکنش ساده، اندازه اثر هرکدام از مطالعـات را حول محور میانگین نشان می‌دهد. نمـودار قیفـی مطالعـات کودهـای شیمیایی برای کلیه صفات کمّی و کیفی متقارن می‌باشند، امّا مطالعات کودهای زیستی بر صفت وزن خشک دارای خطای انتشار بوده و نیـاز به تکرار بیشتر دارند، ولی مطالعات کودهای زیستی بر صفات کیفی از تقارن برخوردار بوده و خطای انتشـار نشـان ندادهانـد و قابـل توصـیه می‌باشند (جدول ۶).

آزمون ناهمگنی

همان‌طور که در جدول ۶ نشان داده شده است، ناهمگنی می‌تواند به‌دلیل تنوع مطالعات، خطای نمونه‌گیری، نوع طرح پژوهشـی، حجـم نمونه و ... باشد که در این پژوهش، ناهمگنی زیاد بین مطالعات اندازه اثرها، استفاده از مدل تصادفی را کاملاً توجیه می‌کند.

مقدار شاخص I^2 در استفاده از کود شیمیایی حداقل ۶۳/۲۰۵= I^2برای عملکرد روغن که نشان می‌دهد ۶۳ درصد ناهمگنی مشاهده شده بین اندازه اثر مطالعات ناشی از تفاوت‌های واقعی در اندازه اثرها به‌دلیل تأثیر مداخله یا طرح پژوهشی بوده و تنها ۴۷ درصد پراکندگی به‌خاطر خطای تصادفی ایجاد شده است و این مقدار برای درصد اسانس برابر با ۹۳/۹۸۸ =I^2 به‌دست آمده است که بیانگر نزدیک به ۹۴ درصد تفاوت‌های مداخله‌ای یا طرح پژوهشی و شش درصد خطای تصادفی می‌باشد. مقادیر بالای شاخص ناهمگنی بسیار زیاد بین مطالعات را نشان می‌دهد. مقدار این شاخص در استفاده از کودهای زیستی بر صفات کیفی از حداقل ۷۷/۷۱۹ =I^2 بر درصد اسانس تا ۸۳/۳۴۵ =I^2 بر عملکرد روغن نشان از ناهمگنی بالا در مطالعات دارد و تنها مطالعات اثر کود زیستی بر وزن خشک با ۰/۰۱ =I^2 همگن بوده است. مطالعات کودهای شیمیایی و زیستی همگی ناهمگن می‌باشند، غیر از مطالعات کود زیستی بر وزن خشک که دلیل آن تعداد کم مطالعات مورد بررسی می‌باشد.

جدول ٦- آزمون ناهمگنی اثر کودهای شیمیایی (نیتروژن) و زیستی بر روی برخی صفات کمّی و کیفی گیاه آویشن با سطح اطمینان ۹۵ درصد

Table 6- Heterogeneity test of the effect of chemical (nitrogen) and biological fertilizers on some quantitative and qualitative traits of thyme plant with a confidence level of 95%

صفات Traits	I-squared	مقدار Z Z value	مقدار P P value	نتیجه آزمون Test result
کود شیمیایی (نیتروژن)- عملکرد روغن Chemical fertilizer (N) – oil yield	63.205	0.894	0.371	ناهمگن- متقارن Homogeneous-asymmetric
کود شیمیایی (نیتروژن) - درصد اسانس Chemical fertilizer (N) – essential oil %	93.988	0.467	0.640	ناهمگن- متقارن Homogeneous-asymmetric
کود شیمیایی (نیتروژن) - وزن خشک Chemical fertilizer - dry weight	93.799	0.715	0.474	ناهمگن- متقارن Homogeneous-asymmetric
کود زیستی – عملکرد روغن Bio-fertilizer - oil yield	83.345	0.979	0.327	ناهمگن – متقارن Homogeneous asymmetric
کود زیستی – درصد اسانس Bio-fertilizer essential oil %	77.719	2.252	0.064	ناهمگن- متقارن Homogeneous- asymmetric
کود زیستی – وزن خشک Bio-fertilizer - dry weight	0.01	1.690	0.020	همگن – نامتقارن Heterogeneous- symmetric

نتایج فراتحلیل مطالعات نشان داد که اثر کود شیمیایی (نیتروژن) فقط بر افزایش عملکرد وزن خشک معنی‌دار شده است ($P\leq$ ۰/۰۱). اندازه اثر هجس وزن خشک (g= ۶۱۴) نشان از تأثیر بالای کود شیمیایی (نیتروژن) دارد، امّا اثر کود شیمیایی (نیتروژن) بر صفات کیفی درصد اسانس و عملکرد روغن معنی‌دار نشده است. برخلاف نتایج تحقیقی که اثر کودهای شیمیایی و سطوح مختلف نیتروژن را بر وزن خشک، درصد اسانس و عملکرد روغن معنی‌دار اعلام کرده است (Habibi et al., 2009) ، اثرات کودهای زیستی بر همه صفات کمّی و کیفی معنی‌دار شده است ($P\leq$ ۰/۰۱) و نشان می‌دهد که استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد کمّی و صفات کیفی در آویشن گردیده است. اندازه اثر کودهای زیستی بر وزن خشک و عملکرد روغن آویشن به‌ترتیب با (g= ۷۸۹) و (g= ۷۷۳) میزان تأثیر زیاد این کودها بر صفات ذکر شده را تأیید می‌کند. نتایج سایر پژوهشگران نیز کاربرد کودهای آلی و زیستی را باعث افزایش و بهبود صفات کمّی و کیفی گیاه دارویی آویشن دانسته‌اند و برای توصیه، این نوع کودها را بر کودهای شیمیایی ترجیح داده‌اند (Doulati et al., 2018; Haidari et al., 2019)

مطالعات کودهای شیمیایی برای کلیه صفات متقارن بود که نشان می‌دهد، مطالعات دارای خطای انتشار نمی‌باشند و نتایج آن قابل توصیه می‌باشد. در مطالعات کودهای زیستی نیز فقط مطالعات اثر کود زیستی بر وزن خشک آویشن نامتقارن بوده و سایر مطالعات کیفی دارای تقارن بوده و دارای خطای انتشار نمی‌باشند. نتایج به‌دست آمده براساس شاخص I^2 نشان داد که کلیه مطالعات، شیمیایی و زیستی غیر از مطالعات کودهای زیستی بر وزن خشک ناهمگنی بالایی دارند و استفاده از الگوی تصادفی در فراتحلیل آن‌ها درست بوده است.

نتیجه‌گیری

فراتحلیل ۱۵ مطالعه بر اثر کودهای گاوی، شیمیایی و زیستی بر برخی از صفات کمّی و کیفی گیاه دارویی آویشن نشان داد که مطالعات منفرد به‌دلیل وجود خطای محاسباتی یا خطای انتشار داده-های معنی‌دار چاپ شده، دچار اشتباه می‌شوند. برخلاف اکثر مطالعات که اثر کود شیمیایی (نیتروژن) را بر صفات کیفی معنی‌دار اعلام کرده‌اند، نتایج این فراتحلیل آن را معنی‌دار نمی‌داند و توصیه نمی‌کند. نتایج فراتحلیل نشان داد که کودهای دامی، بیشترین تأثیر را بر افزایش وزن خشک دارند و برخلاف نتایج مطالعات منفرد تأثیر چندانی بر عملکرد کیفی گیاه آویشن ندارند. نتایج مربوط به تأثیر کودهای زیستی بر تمام صفات کمّی و کیفی غیر از میزان اثر بر وزن خشک بر سایر صفات قابل توصیه می‌باشد. فراتحلیل این امکان را به ما می‌دهد که با بررسی دقیق‌تر و عمیق‌تر علاوه‌بر برآورد میزان تأثیر، جهت و قدرت آن بررسی و محاسبه شود. همچنین این امکان را فراهم می‌سازد که با درک خطاهای ناشی از انتشار داده‌ها، پژوهشگران را در جهت‌گیری تحقیقات آینده راهنمایی نماید. برای کاهش خطاها و افزایش دقت مطالعات نیاز به انجام مطالعات با حجم نمونه بیشتر و تکرار در مناطق مختلف می‌باشد و همچنین توصیه می شود که پژوهشگران در تجزیه داده‌ها با محاسبه خطای استاندارد و اندازه اثرهای مربوط به تفاوت‌های گروهی دقّت نتایج به‌دست امده را افزایش دهند.

References

1. Anjomani, A., Abbaspour Fard, M.H., Mokhtari, M. (2022). Investigating the effect of mineral additives based on nickel and cobalt in anaerobic digesters on methane performance using metaanalysis techniqueMaster's Thesis, Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2. Askary, M., Behdani, M. A., Parsa, S., Mahmoodi, S., & Jamialahmadi, M. (2018). Water stress and manure application affect the quantity and quality of essential oil of *Thymus daenensis* and *Thymus vulgaris*. *Industrial Crops and Products*, *111*(4), 336-344. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.056
3. Babaee, A., & Shayegan, J. (2011, May). Effect of organic loading rates (OLR) on production of methane from anaerobic digestion of vegetables waste. In Proceedings of the world renewable Energy Congress, Linköping, Sweden,8-13.411-417. http://doi.org/10.3384/ecp.11057411
4. Bahreininejad, B., Razmjoo, J., & Mirza, M. (2013). Influence of water stress on morpho-physiological and phytochemical traits in *Thymus daenensis L*. *International Journal of Plant Production 7*(1), 151-166. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22069/ijpp.2012.927
5. Begg, C.B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 1088-1101.
6. Çoğaltay, N., & Karadağ, E. (2015). Introduction to Meta-Analysis. Leadership and Organizational Outcomes: Meta-Analysis of Empirical Studies, 19-28. http://doi.org/10.1007/978-3-319-14908-0
7. Copas, J., & Shi, J.Q. (2000). Meta-analysis, funnel plots and sensitivity analysis. *Biostatistics*, *1*(3), 247-262. http://doi.org/10.1093/biostatistics/1.3.247
8. Cooper, H.M., Hedges, L.V. (1994). The hand book of research synthesis. Russell Sage Fundation, New York.610. pages. http://www.russellsage.org
9. Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, 2nd Edition. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.579 pages. http://www.taylorfrancis.com
10. Egger, M., Smith, G.D., & Altman, D. (2008). Systematic Reviews in Health Care. Meta-Analysis in Context. John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1093/med/9780199218707.003.0039
11. Deeks, J.J., Altman, D.G., Bradburn, M.J., Egger, M., & Smith, G.D. (2001). Systematic reviews in Health Care, Meta-Analysis in Context.2nd edition.512 pages. http://www.willy.com.
12. Jabbari, R., Amini Dehaghi, M., Modares Sanavy, M.A., & Kordenaeej, A. (2008). Effects of application methods of nitrogen fertilizer in semi-arid and moderate cool conditions on morphological and composition on thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Agricultural Plant Breeding Research Journal 1*(3), 78-94. (In persian with English abstract)
13. Doulati, B., Rahimi, A., & Haidarzadeh, S. (2018). Investigating the effect of organic, biological and chemical fertilizers on the quantitative and qualitative characteristics of Danai thyme (*Thymus deanensis* L.). *Scientific Journal of Agriculture*, *42*(3),79-95. (In persian withEnglish abstract) https://doi.org/10.22055/agen.2019.27350.1457
14. Gigord, L., Shykoff, & Atlan, L. (1999). Evidence for effects of restorer genes on male and female reproductive functions of hermaphrodites in the gynodioecious species *Thymus vulgaris* L. *Journal of Evolutionary Biology*, *12*(3), 596-604.
15. Habibi, M., Fadaei, Z. N., & Najafi, M. (2009). Confirmatory factorial structure, reliability and validity of the Achenbach youth self-report scale (YSR), monozygotic and dizygotic twins. *Journal of Clinical Psychology*

1(1),1-18. (In Persian with English abstract)

16. Nejadhabibvash, F., & Shokri Mahmudi, A. (2021). Effect of biofertilizers of Azotobarvar-2 and Phosphatebarvar-2 on the amount and compositions of *Thymus daenensis* Celak. essential oil in the full flowering stage. *Iranian Journal of Plant Biology*, *13*(1), 19-36. (In persin with English abstract) https://doi.org/10.22108/IJPB.2021.122978.1213.
17. Haidari, M., Gatsby, F., Sabbagh, S.K., & Markarian, H. (2019). Effect of irrigation distance and organic and inorganic fertilizers on yield components and some biochemical compounds of cultivated thyme (*Thymus vulgaris* L.) *Scientific Journal of Plant Nutrition. Baghi*, *3*(1), 51-68. (In Persian with English Summary)
18. Higgins, J.P., Thompson, S.G., Deeks, J. J., & Altman, D.G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. https://doi.org/10.1136/bmi.327.7414.557 .
19. Honorato, A.C., Maciel, J.F.A., de Assis, R.M.A., Nohara, G.A., de Carvalho, A.A., Pinto, J.E.B.P., & Bertolucci, S.K.V. (2022). Combining green manure and cattle manure to improve biomass, essential oil, and thymol production in *Thymus vulgaris* L. *Industrial Crops and Products*, *187*, 115469. http://doi.org/ 10.1016/j.indcrop.2022.115469 .
20. Izanlo, B., & Habibi, M. (2011). Application of meta-analysis in social and behavioral science: a review of advantages, disadvantages, and methodological issues. *Journal of Research in Behavioural Sciences*, *9*(1), 0-0. (In Persian with English abstract)
21. Mohammad Pour Vashvaee, R., Galavi, M., Ramroodi, M., & Fakheri, B. (2014). The effect of drought stress and biofertilizer inoculation on the growth, performance and composition of thyme essential oil. *Journal of Agroecology 7*(2), 237-253. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/JAG.V712.36935 .
22. Mokhtari, M. (2014). Comprehensive meta-analysis of saffron research in Iran and the world. Ph.D. Dissertation, Faculty of Agriculture (International Campus), Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. (In Persian with English abstract)
23. Emami Bistgani, Z., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A., Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Maggi, F., & Morshedloo, M.R. (2018). Application of combined fertilizers improves biomass, essential oil yield, aroma profile, and antioxidant properties of *Thymus daenensis Celak*. *Industrial Crops and Products*, *121*, 434-440. Available at Web site: www.elsevier.com/locate/indcrop.
24. Nickavar, B., Mojab, F., & Dolat-Abadi, R. (2005). Analysis of the essential oils of two *Thymus* species from Iran. *Food chemistry*, *90*(4), 609-611. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.020.
25. Omidbeygi, R., Ramazani, A., Sadeghi, B., & Ziarat Nia, S.M. (2003). Effect of corm mass on saffron production in Nishabur climate. In Proceeding of 3rd National Congress on Iranian Saffron, Mashhad, Iran, pp. 158–163. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.1007/978-3-319-5879-3-6 .
26. Prasanth Reddy, V., Ravi Vital, K., Varsha, P.V., & Satyam, S. (2014). Review on *Thymus vulgaris* traditional uses and pharmacological properties. *Med Aromata Plants*, *3*(164), 2167-0412. http://doi.org/10.4172/2167-0412.1000164
27. Rey, C. (1995). Direct field sowing of thyme (*Thymus vulgaris*). *Horticultural Science Abstracts*, *65*(8), 137.
28. Rosenthal, R., Cooper, H., & Hedges, L.V. (1994). The Handbook of Research Synthesis. Russell Sage Foundation, pp. 231-244. 610 pages.
29. Rothstein, H.R., Sutton, A.J., & Borenstein, M. (2005). Publication Bias in Meta-Analysis. Publication Bias in Meta-Analysis: Prevention, Assessment and Adjustments, pp. 1-7. http://doi.org/10.1002/0470870168.
30. Rotundo, J.L., & Westgate, M.E. (2009). Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. *Field Crops Research*, *110*(2), 147-156. http://doi.org/10.1016/j.ecr.2008.07.012
31. Shabkhiz, H., Javanmard, A., Ostadi, A., & Morshedloo, M.R. (2021). Improving quantity and quality of *Thymus daenensis* Celak. essential oil with application of Myco-Root biofertilizer under different irrigation levels. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, *37*(3), 434-456. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/IJMAPR2021.352999.2921
32. Sharafzadeh, S., & Zare, M. (2011). Effect of drought stress on qualitative and quantitative characteristics of some medicinal plants from Lamiaceae family: A review. *Advances in Environmental Biology*, *5*(8), 2058-2062. (In Persian with English abstract)
33. Vahedi, V.S. (2021). The effectiveness of hypertext annotations on learners' vocabulary learning: A meta-analysis. *Technology of Education Journal (TEJ)*, *15*(2), 339-349.
34. Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metaphor package. *Journal of Statistical Software*, *36*(3), 1-48. http://doi.org/10.18637/jss. v036.i03.